

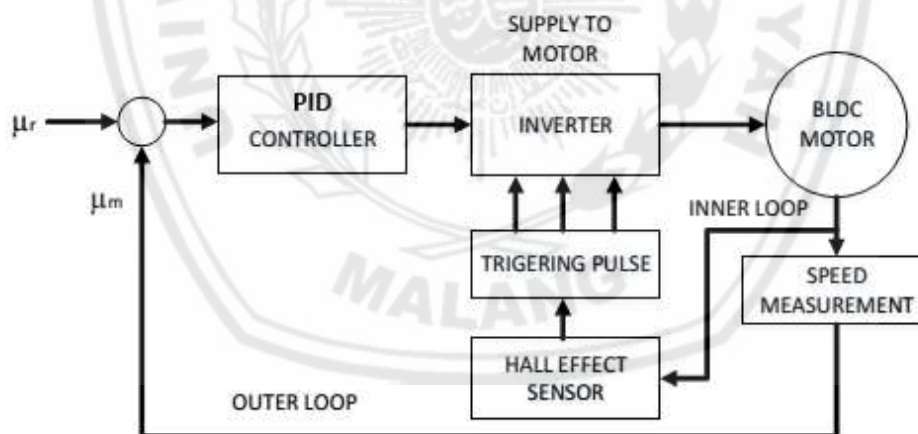
BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

3.1. Konfigurasi System

Pada perancangan system untuk mensimulasikan Motor BLDC di gunakan beberapa blok diagram yang mempunyai fungsi tersendiri dan pengoprasiannya hampir sama seperti aslinya. Oleh karena itu, di buat beberapa *loop* yaitu *inner loop* dan *outer loop*. Dimana *Iner loop* merupakan *feed back* untuk komutasi, sedangkan *outer loop* digunakan sebagai *feed back* kecepatan yang dihasilkan.

Bagian inner loop terdiri dari *inverter*, motor BLDC, *Hall efect* sensor, dan trigering pulse. Sedangkan pada outer loop terdiri dari kontroller, inner loop dan speed measurment.



Gambar 3. 1. Bagan Sistem Motor BLDC

Keseluruhan bagian tersebut menjadi sebuah pengatur kecepatan motor BLDC dengan PID sebagai kontrollernya.

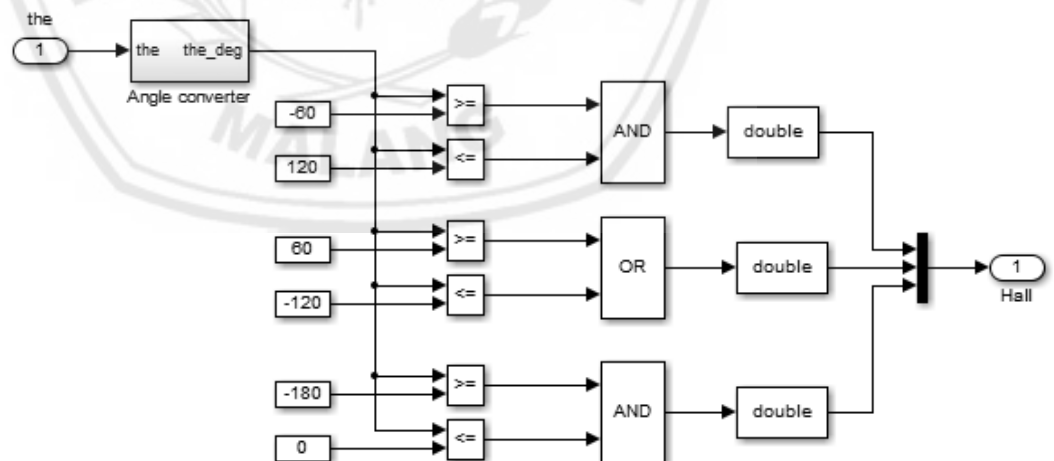
3.1.1. Perancangan Model Motor BLDC

Dalam perancangan model motor BLDC menggunakan 3 fase, 4 kutub, terhubung Y, dan pemodelan *back-EMF* trapesium. *Back-EMF* Trapesium mengacu bahwa induktansi bersama antara stator dan rotor memiliki bentuk trapesium. Dengan tujuan menyederhanakan persamaan dan model keseluruhan maka dibuat batasan sebagai berikut.

- saturasi sirkuit magnetik diabaikan.
- resistensi stator, diri dan induktansi dari semua
- fase adalah sama dan konstan.
- Histeresis dan kerugian arus dieliminasi.
- Semua switch semikonduktor ideal.

3.1.1.1. Model *Hall efect*

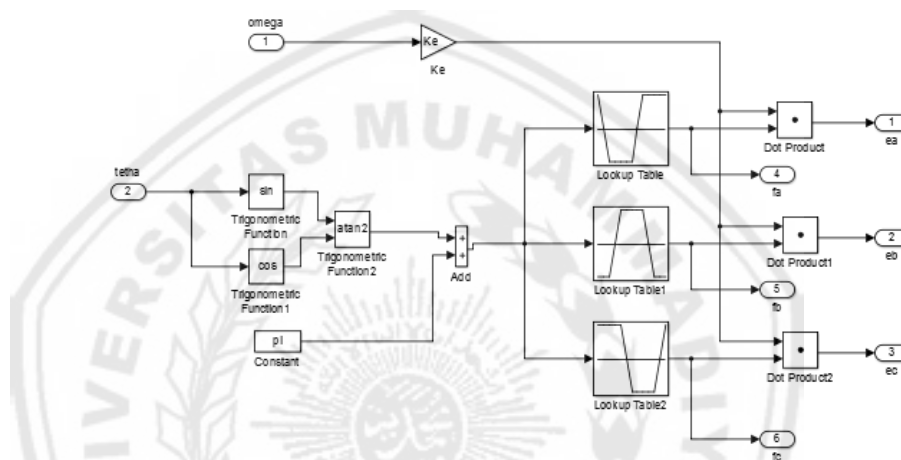
Motor BLDC yang dimodelkan merupakan motor bertipe *sensored*. Maka diperlukan *hall efect*. *hall efect* berfungsi sebagai penentu rotor posisi. *Hall Efek* mempunyai sinyal logika 1 dan 0 yang diproduksi sesuai dengan derajat perputaran motor. Tabel I menunjukkan nilai sinyal *Hall Effect* menurut tingkat sudut rotor.



Gambar 3. 2. Model *Hall efect*

3.1.1.2. Model *Back EMF*

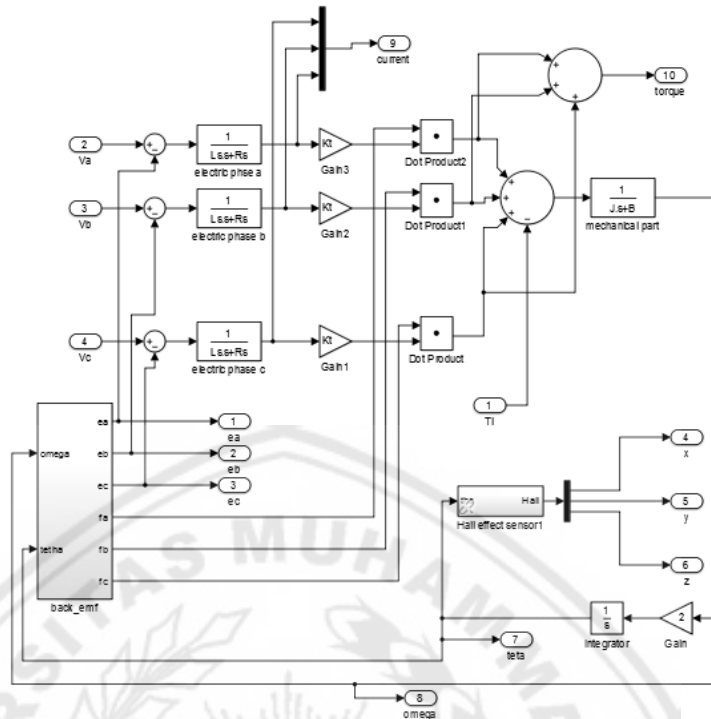
Pada simulasi ini Blok MATLAB dibentuk demi menghasilkan *Back-EMF* ideal dari motor BLDC sebagai fungsi rotor posisi. Oleh karena itu diasumsikan bahwa zona fase didistribusikan secara simetris untuk gulungan fase yang berbeda. *Zero crossing* dari motor BLDC ini menggunakan bentuk *trapezoid*. *back-EMF* sinyal memiliki 120 derajat pergeseran fase terhadap satu sama lain.



Gambar 3. 3. Model back – EMF

3.1.1.3. Model Motor BLDC

Dengan penjelasan pemodelan matematis yang terdapat pada dasar teori, kemudian di buat simulasinya dengan menggunakan matlab simulink. Pemodelan motor BLDC terdiri dari karakteristik kelistrikan, karakteristik mekanik, back emf, dan hal efect.



Gambar 3. 4. Model Motor BLDC

Sedangkan untuk nilai parameter yang di masukkan pada setiap variabel dari motor BLDC adalah sebagai berikut

Tabel 3. 1. Nilai dari Motor BLDC

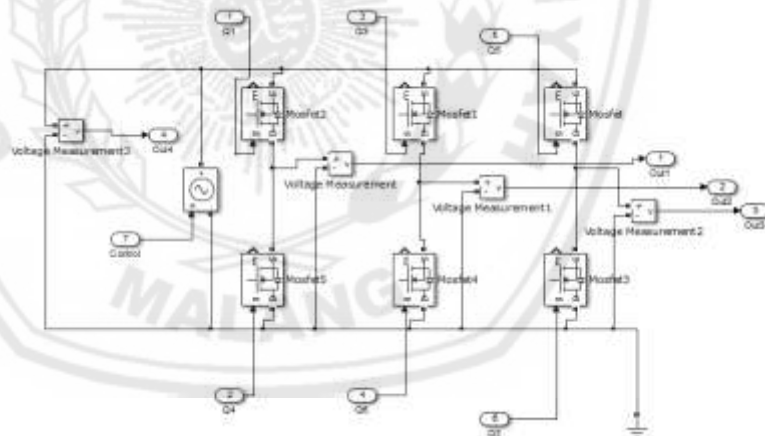
Parameter	Symbol	Value	Units
Resistansi	R	2.875	Ohm
Induktansi	L	2.7	mH
Konstanta <i>Back-EMF</i>	k_e	0.0042	V/rad/s
Konstansa Torsi	k_t	0.0042	N-m/A
<i>Viscous Damping</i>	B	0.000089	N-m/(rad/s)
Momen inersia rotor	J	0.0005	Kg-m ²
Banyak kutub	P	4	<i>poles</i>

3.1.2. Model inverter

Inverter pada motor BLDC digunakan sebagai perubahan tegangan DC menjadi AC 3 phasa (*sinusoidal modified*). Pada pemodelan ini menggunakan power electronic library yang terdapat pada SimPowerSyatem di tool matlab. Kemudian diambil gejala tegangan untuk di konversi pada blok simuling

Tabel 3. 2. Tabel Penyulutan Transistor Inverter

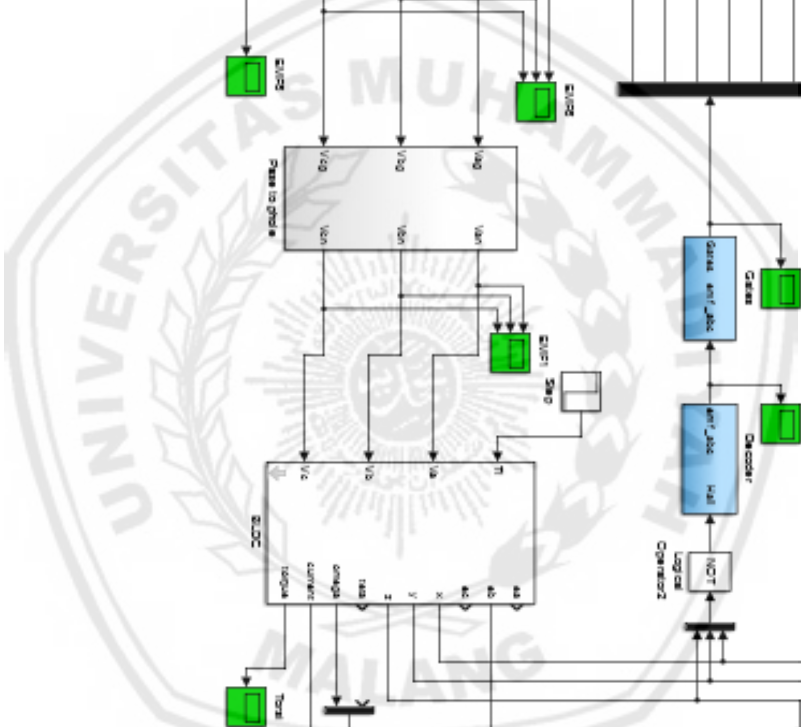
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6
Transistor 1	0	0	1	1	0	0
Transistor 4	1	0	0	0	0	1
Transistor 3	0	0	0	0	1	1
Transistor 6	0	1	1	0	0	0
Transistor 5	1	1	0	0	0	0
Transistor 2	0	0	0	1	1	0



Gambar 3. 5. Model Inverter

3.1.3. Model keseluruhan PWM Kotak

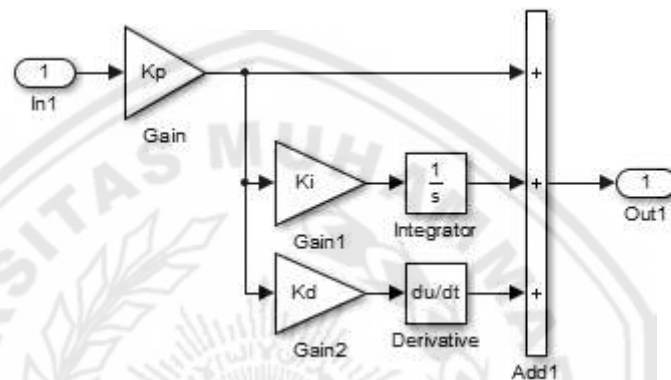
Dari pemodelan per blok diatas dapat di satukan sehingga menjadi pemodelan pengaturan kecepatan motor BLDC. Pemodelan keseluruhan ini terdiri dari blok sim power electronic dan juga blok simunlik, sehingga perlu adanya blok power gui



Gambar 3. 7. Pemodelan Motor BLDC Dengan Metode PWM Sinus

3.1.5. Kontrol Kecepatan Motor BLDC Metode PWM Kotak menggunakan PID

Pada kontrol Kecepatan motor BLDC Dengan Metode PWM Kotak yang terdapat kontrol PID ini menggunakan pemodelan PID sendiri, sehingga pada pembuatan PID tersusun dari library *gain*, *integrator*, dan *diferensiator* yang di rangkai menjadi rangkaian berikut ini.



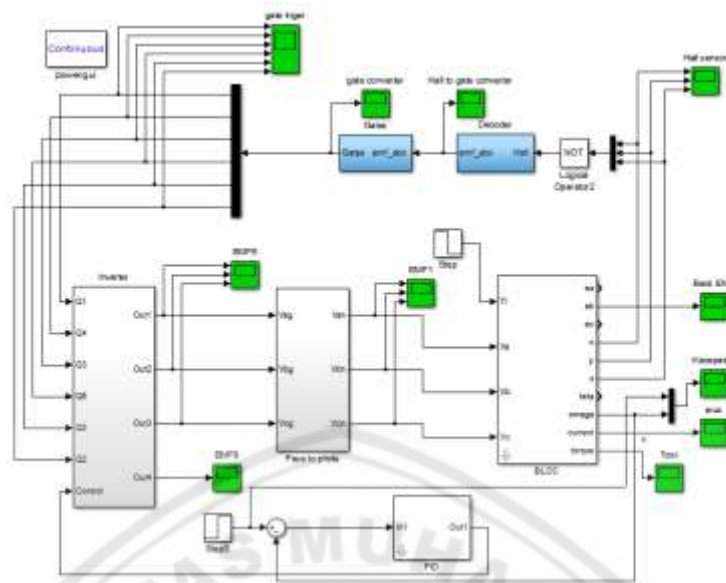
Gambar 2. 1. Pemodelan PID

Pada model kontrol PID ini terdapat nilai K_p , K_i , dan K_d sebesar Tabel (3.1). Nilai ini di dapatkan dengan cara *trial and eror* karena dengan menggunakan *tunning* zigler nicols tidak mendapatkan nilai yang tepat dan bahkan membuat keluaran system kacau.

Tabel 3. 3. Nilai Tuning PID

Tunner	Nilai
K_p	0,1
K_i	0,09
K_d	1

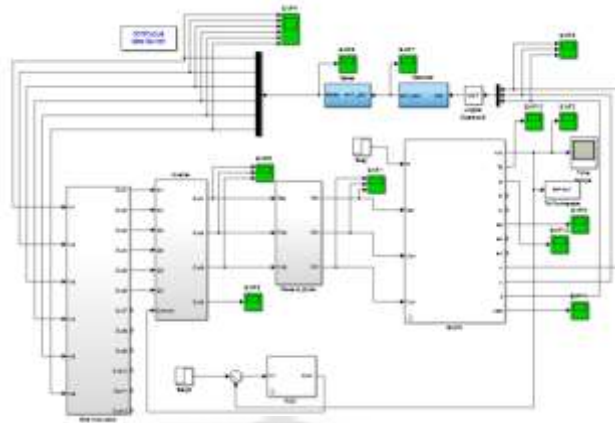
Pada perancangan ini menggunakan keseluruhan konfigurasi system dari kontrol kecepatan motor BLDC. Konvigurasi system ini terdiri dari *inner loop* dan juga *outer loop* sehingga menjadi sebagai berikut.



Gambar 3. 8. Model kontrol Kecepatan Motor BLDC Dengan metode PWM Kotak

3.1.6. Kontrol Kecepatan Motor BLDC Metode PWM Sinus Menggunakan PID

Pada perancangan pengujian ini memiliki konfigurasi sama seperti pada sub bab di atas, namun perbedaan nya hanya pada struktur *inverter* mempunyai tambahan blok berupa PWM Sinus *modulator*. Maka blog rangkaian berubah menjadi demikian.



Gambar 3. 9. Rangkaian Kontrol Kecepatan Motor BLDC Dengan Metode PWM Sinus

